

УДК 658,5+519

**Гарматій Н.М.***Тернопільський національний технічний університет*

**ФОРМАЛІЗАЦІЯ ТЕРМІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙ  
НАЛЕЖНОСТІ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ В  
ГАЛУЗІ ЗВ'ЯЗКУ З ЗАСТОСУВАННЯМ ЗАСАД НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ**

**Garmatiy N.M.**

**FORMALIZATION TERM AND RESEARCH MEMBERSHIP  
FUNCTIONS IN EVALUATING THE INVESTMENT PROJECT IN  
CONNECTIONS WITH THE USE PRINCIPLES OF FUZZY LOGIC**

Наявні методики оцінки ефективності інвестиційних проектів не охоплюють всі потрібні аспекти. Вони оперують кількісними критеріями, результати обчислень яких інколи вступають у суперечку між собою. Порівняльний аналіз кількісних показників ефективності інвестиційних проектів загалом, та в галузі зв'язку в тому числі, відбувається в умовах невизначеності, не враховує їх якісні оцінки, що утруднює прийняття управлінського рішення. Тому при оцінюванні інвестиційних проектів пропонується застосувати засади нечіткої логіки, і вибрати при формалізації термів та дослідження функцій належності таке представлення даних функцій, яке б при певних вхідних параметрах відповідало їх представленню.

Нечіткі множини у спеціальній літературі задають як пару  $\bar{A} = \{x \in X, \mu_{\bar{A}}(x)\}$  де  $\mu_{\bar{A}}(x)$  – функція, що визначає ступінь належності  $x$  до  $\bar{A}$ . Формально, функція належності є відображенням:  $\mu_{\bar{A}}(x): X[0,1]$ , де  $X$  називається носієм нечіткої множини та за умови  $\sup \mu_{\bar{A}}(x) = 1$  – відповідна нечітка множина називається нормальною [3, с.70]. Також у теорії нечітких множин часто використовують метод опису нечітких множин за допомогою  $\alpha$  - рівневих множин, які є підмножинами базової множини  $X$  та описуються так:  $\bar{A}[\alpha] = \{x | \mu_{\bar{A}}(x) \geq \alpha\}$  для всіх значень  $\alpha \in [0,1]$ . Функція належності, у загальному випадку, є формалізованим описом ступеня присутньої нечіткості на деякій множині, яка, у свою чергу, являє собою носій нечіткої величини.

Математичне моделювання з використанням засад нечіткої логіки потребує здійснити вибір методу побудови функцій належності (ФН), які забезпечать формалізацію нечітких термів. Теорія нечітких множин дає можливість використовувати різні методи побудови функцій належності. Тому доцільно виділити ряд критеріїв, що допомогли б вирішити питання побудови функцій належності.

Конкретний вид функцій належності визначається на основі різних додаткових припущень про властивості цих функцій (симетричність, монотонність, неперервність першої похідної тощо) з урахуванням специфіки наявної невизначеності та реальної ситуації. Зокрема, нечіткі числа з

трикутною функцією належності  $\mu(t)$  називаються трикутними нечіткими числами і позначаються  $\bar{t} = (t_{\min} / t_c / t_{\max})$ , де

$t_{\min}, t_{\max}, t_c$  – відповідно мінімальне, максимальне значення і деяка оцінка центрального значення (математичного сподівання, моди, медіани тощо) окремого параметра та мають функцію належності [2., с 456]:

$$\mu(t) = \begin{cases} \frac{t - t_{\min}}{t_c - t_{\min}}, & \text{для } t_{\min} \leq t \leq t_c \\ \frac{t - t_{\max}}{t_c - t_{\max}}, & \text{для } t_c \leq t \leq t_{\max} \end{cases} \quad (1.1)$$

А нечіткі числа з трапецієподібною функцією належності  $\mu(t)$  окремого параметра, де  $a, c, d, t$  – відповідно вершини трапеції, мають такий математичний запис функції належності [2. с 456]:

$$\mu(t) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } t \leq a \\ \frac{t - a}{c - a}, & \text{якщо } a \leq t \leq c \\ 1, & \text{якщо } c \leq t \leq d \\ \frac{b - t}{b - d}, & \text{якщо } d \leq t \leq b \\ 0, & \text{якщо } t \geq b \end{cases} \quad (1.2)$$

Найбільш популярна трикутна форма ФН. Вона може бути використана при будь-якій кількості термів, зручна в обчисленні, представляє собою простою шматково-лінійною апроксимацією гладких функцій [4, с. 224]. Крім трапецевидної форми, є ще квазіподібна ФН, яка також може застосовуватись при будь-якій кількості термів, має властивості налагодження за координатами  $b$  і  $c$ . Шматково-лінійна апроксимація, як правило, найбільш точно описує реальну функцію належності, побудовану на статистичних показниках, але вона не дозволяє проводити налагодження. Успішно її можна використати у випадку, коли залучається велика кількість експертів і є максимально точна початкова інформація про лінгвістичні терми.

Ми пропонуємо при оцінюванні інвестиційних проектів в галузі зв'язку, які будуть впроваджені на регіональному рівні, з використанням апарату нечіткої логіки, при побудові функцій належності застосовувати трапецевидну форму представлення ФН, оскільки представлення як вхідних даних, так і вихідних змінних є в певних діапазонах чисел. Наприклад низькими показниками вхідних параметрів рахуються доходи населення по регіонах в межах від 894,43 грн. до 1027,7 грн., чисельність населення по регіонах вважається низькою при кількості населення від 0,9-1,1 млн. чол.; середньою від 2,4-3,5 млн. чол.; та високою при чисельності регіону від 4,1-4,5 млн. чол. При побудові функції належності такої змінної, як рівень попиту споживачів, щодо задоволення потреб доступу до надання послуг новітніх телекомунікаційних

технологій від 1,4 тис. осіб до 2,8 тис. осіб буде вважатись середнім рівнем, від 4,8 тис. осіб до 5,1 тис. осіб - вище середнього рівня.

У теорії нечітких множин використовують декілька різних форм функції належності. Методи їх побудови можна поділити на дві групи: прямі і непрямі. До прямих належать методи, де ступені належності визначаються безпосередньо експертами. У випадку залучення групи експертів виробляється інтегрована оцінка. У такому випадку функція належності (ФН) буде мати достовірніший вигляд, але вона повинна бути нормалізована. Такі методи використовують, в основному, коли випадкові помилки у початковій експертній інформації незначні або малоймовірні [4, с.220]. Без вагових коефіцієнтів прямі методи застосовуються лише тоді, коли одночасно будується функція належності всіх термів з терм-множини  $X$  лінгвістичної змінної  $x$ , або, принаймні, ці значення відомі експертам.

Для зниження суб'єктивізму експертів застосовуються непрямі методи. Їх використання рекомендується при залученні великої кількості експертів, а також, коли експертна інформація нерівномірно відображає терм-множину. Також ці методи використовують при наявності не вимірюваних параметрів оціночного, неявного характеру. Характерним представником цієї групи методів є метод парних порівнянь Сааті [4, с.186]. Також можливо функції належності будувати за алгоритмом Мамдані у середовищі Matlab.

Основні вимоги до вигляду ФН, що впливають з її змісту, є такими:

1. Оскільки як вхідні параметри задаються діапазоном змін, так і вихідні зміни будуть задаватись не одним числом, а діапазоном чисел, то в нашій роботі ми використаємо трапецевидну форму представлення ФН.
2. У діапазоні зміни  $X$  аргумента  $x$  ФН не може бути відрізків, яким не відповідає жодне поняття множини  $T$ .
3. Кожне поняття множини  $T$  повинно мати типового представника, тобто для кожного  $T_i$  існує  $\mu_{T_i}(x) = 1$ .
4. Область визначення  $X$  містить скінчену кількість точок.

Побудова функцій належності змінних, що використовуються в моделях, здійснювалась методом експертних оцінок з можливим використанням вагових коефіцієнтів. Вироблення термів, та подальше їх зіставлення з найбільш характерним діапазоном, що покривається цим термом, здійснювалось до відповідних існуючих методик [1,3,4].

#### Література:

1. Вовк В.М. Математичні методи дослідження операцій в економіко-виробничих системах.- Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2006р.-584с.
2. Галецька Т.І., Методика оцінки ефективності лізингових проектів./ Топішко О.І. //Фінансова система України. Наукові записки. Серія «Економіка». Випуск 12.2009р. С.454- 469.
3. Горбатюк К.В., Застосування нечітких методів для аналізу даних хронометражних спостережень // Вісник Хмельницького національного університету 2011, №2, Т.1., с 69-74.

4. Саати Т.А. Математические модели конфликтных ситуаций.- Пер. с англ.- Под.ред.И.А.Ушакова.- М.: Сов.радио,1997.-304с.
5. Сявавко М. Математичне моделювання за умов невизначеності.-Львів: НВФ «Українські технології», 2000.- 320с.

**Головатюк М.П., Дацко М.В.**

*Львівський національний університет ім.І.Франка*

**СПЕЦИФІКА ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДО  
РОЗВ'ЯЗКУ ЗАДАЧІ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В  
УМОВАХ СТОХАСТИЧНОГО ПОПИТУ**

**Golovatjuk M, Datsko M.**

**SPECIFIC OF APPLICATION OF GENETIC ALGORITHMS  
TO DECISION TASK OF ROUTING OF TRANSPORT VEHICLES IN  
THE CONDITIONS OF STOCHASTIC DEMAND**

Генетичний алгоритм в загальному випадку складається із наступних етапів:

- Ініціалізація параметрів;
- Створення початкової популяції;
- Обчислення фітнес-функції для кожної хромосоми в початковій популяції;
- Вибір хромосом для розмноження;
- Кросовер;
- Мутація;
- Заміна батьківської популяції її нащадками;
- Перевірка критерію завершення роботи алгоритму.

Таке формулювання алгоритму дозволяє інтерпретувати та застосовувати його для якнайширшого кола задач, в тому числі задач маршрутизації транспортних засобів.

Розглянемо етапи генетичного алгоритму стосовно задачі маршрутизації транспортних засобів в умовах стохастичного попиту.

Хромосоми представлятимуть маршрути руху транспортних засобів, генами, в свою чергу, будуть споживачі. Порядок розташування генів в хромосомах означатиме порядок відвідання споживачів транспортним засобом. Аллеллю назвемо вартість гена, тобто вартість відвідання споживача в заданому маршруті.

Побудова стартової популяції здійснюється за допомогою методу найвіддаленішої вставки. Популяція є множиною  $P$ , що складається із  $N$  хромосом. Кожна хромосома  $P_k$  є комбінацією споживачів. Водночас, для забезпечення кращого розсіювання результатів та зменшення ризику передчасного збігання методу (зупинки в точці локального екстремуму) в популяції не повинно бути однакових хромосом. Розмір початкової популяції є одним із найважливіших факторів, що впливає на ефективність генетичного